

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 1 2 日

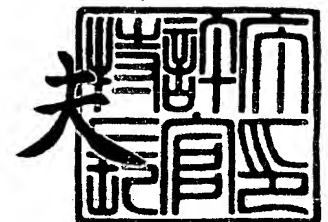
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 1 6 3 4 5  
[ J P 2 0 0 4 - 1 1 6 3 4 5 ]  
[ST. 10/C]:

願 人  
Applicant(s): キ ッ コ ー マ ン 株 式 会 社

2 0 0 4 年 5 月 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 8 2 1 9

【書類名】 特許願  
【整理番号】 P2348  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 C12N 9/06  
【発明者】  
    【住所又は居所】 千葉県野田市野田 2 5 0 番地キッコーマン株式会社内  
    【氏名】 古川 圭介  
【発明者】  
    【住所又は居所】 千葉県野田市野田 2 5 0 番地キッコーマン株式会社内  
    【氏名】 梶山 直樹  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004477  
    【氏名又は名称】 キッコーマン株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100125542  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鈴木 英之  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003-121533  
    【出願日】 平成15年 4月25日  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003-396807  
    【出願日】 平成15年11月27日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 027993  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0304634

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

野生型ザルコシンオキシダーゼと比較して、酸性域での安定性が向上した改変型ザルコシンオキシダーゼ。

**【請求項 2】**

pH 6.0、25℃、5時間の熱処理後において90 %以上、17時間の熱処理において70 %以上の残存活性を有する請求項 1 記載の改変型ザルコシンオキシダーゼ。

**【請求項 3】**

野生型ザルコシンオキシダーゼと比較して、酸性域でのザルコシンに対する反応性が向上した請求項 2 記載の改変型ザルコシンオキシダーゼ。

**【請求項 4】**

pH 6.5でのザルコシンに対するKm値が6 mMよりも小さい性質を有する請求項 3 記載の改変型ザルコシンオキシダーゼ。

**【請求項 5】**

下記の理化学的性質を有する改変型ザルコシンオキシダーゼ。

(a) 作用: 1 モルのザルコシンを加水分解し、1 モルのグリシン及び1 モルのホルムアルデヒドを生成する。

(b) 至適pH: 6.5付近

(c) 安定pH範囲: 6.0~11.0

(d) 至適温度: 60℃

(e) 熱安定性: 50℃付近 (pH7.5)

(f) pH6.0での安定性: 25℃、pH6.0、5時間で90 %以上、25℃、17時間で70 %以上の残存活性

(g) 分子量: 約43,000 (SDS-PAGE)

(h) Km 値: ザルコシンに対し 5.9 mM (pH6.5)

**【請求項 6】**

以下の (a)、(b) 又は (c) の改変型ザルコシンオキシダーゼ。

(a) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列からなる蛋白質

(b) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列において、1 もしくは数個のアミノ酸が欠失、置換又は付加されたアミノ酸配列からなり、ザルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

(c) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列と80%以上の相同性を示すアミノ酸配列からなり、ザルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

**【請求項 7】**

以下の (a)、(b) 又は (c) の改変型ザルコシンオキシダーゼをコードするザルコシンオキシダーゼ遺伝子。

(a) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列からなる蛋白質

(b) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列において、1 もしくは数個のアミノ酸が欠失、置換又は付加されたアミノ酸配列からなり、ザルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

(c) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列と80%以上の相同性を示すアミノ酸配列からなり、ザルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

**【請求項 8】**

請求項 7 記載のザルコシンオキシダーゼ遺伝子をベクターDNAに挿入したことを特徴とする組み換え体DNA。

**【請求項 9】**

請求項 8 記載の組み換え体DNAを含む形質転換体又は形質導入体。

**【請求項 10】**

請求項 9 記載の形質転換体又は形質導入体を培地に培養し、培養物からザルコシンオキシダーゼを採取することを特徴とする改変型ザルコシンオキシダーゼの製造法。



**【書類名】明細書**

**【発明の名称】** 改変型ザルコシンオキシダーゼ、その遺伝子、組み換え体DNA及び改変型ザルコシンオキシダーゼの製造法

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、改変型ザルコシンオキシダーゼ、その遺伝子、組み換え体DNA及び改変型ザルコシンオキシダーゼの製造法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

ザルコシンオキシダーゼは、ザルコシンを加水分解してグリシン及びホルムアルデヒドを生成する触媒作用を有する酵素であり、ヒトの血清中又は尿中のクレアチニン量の測定に用いることができ、腎臓病をはじめとする各種の疾患の診断薬として利用することができる。

従来、ザルコシンオキシダーゼは、コリネバクテリウム属（非特許文献1参照）、バチルス属（特許文献1参照）、シリンドロカーボン属（特許文献2参照）、シュードモナス属（特許文献3参照）、アースロバクター属（特許文献4参照）等の菌株により生産されることが知られている。しかしながら、通常の弱アルカリ側（pH7.5～8.0）のクレアチニン定量反応において、ビリルビンが測定値に影響を与え、測定上問題となっている。現在までに、バチルス属由来のザルコシンオキシダーゼ遺伝子に改変を行い、ビリルビンの影響の少ない弱酸性域での測定を目的とした弱酸性域に至適pHを有する遺伝子改変酵素（特許文献5参照）も知られているが、弱酸性域での安定性の点で実用的ではなかった。

**【0003】**

上記のように、クレアチニンあるいはクレアチンを酵素的に定量する際、血清、血液中に含まれる両物質の量は微量であるので、ビリルビン等の物質が影響すると測定値の信頼性が失われる。また、ビリルビン等の影響の少ない弱酸性域で測定を行った場合、安定性の低下をおこすことが知られている。酵素性質以外の改良でこれらの問題を解決するためには、通常よりザルコシンオキシダーゼ活性処方量を増加させるか、あるいは、バッファー、添加物での安定性向上を行わなければならなかった。しかしながら、このような手段での改良は、測定試薬のコストを上げる恐れがあり、実用的な手段ではなかった。

**【0004】**

**【特許文献1】** 特開昭54-52789号公報

**【特許文献2】** 特開昭56-92790号公報

**【特許文献3】** 特開昭60-43379号公報

**【特許文献4】** 特開平2-265478号公報

**【特許文献5】** 特開2000-175685号公報

**【非特許文献1】** J.Biochem., 89, 599(1981)

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

本発明が解決しようとする課題は、弱酸性域に至適pHと高い反応性を示し、かつ安定性の向上したザルコシンオキシダーゼを提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

そこで本発明者等は、上記課題解決のため鋭意検討を重ね、バチルス由来のザルコシンオキシダーゼ遺伝子(特開平5-115281号公報の配列番号2に記載)(配列番号2)の遺伝子改変を行った結果、弱酸性域での反応性が向上し、かつ安定性の向上したザルコシンオキシダーゼを取得することに成功し、本発明を完成した。

**【0007】**

すなわち、本発明は、以下の発明を提供するものである。

(1) 野生型ザルコシンオキシダーゼと比較して、酸性域での安定性が向上した改変型ザルコシンオキシダーゼ。

(2) pH 6.0、25℃、5時間の熱処理後において90 %以上、17時間の熱処理において70 %以上の残存活性を有する項目 (1) 記載の改変型ザルコシンオキシダーゼ。

(3) 野生型ザルコシンオキシダーゼと比較して、酸性域でのザルコシンに対する反応性が向上した項目 (2) 記載の改変型ザルコシンオキシダーゼ。

(4) pH 6.5でのザルコシンに対するKm値が6 mMよりも小さい性質を有する項目 (3) 記載の改変型ザルコシンオキシダーゼ。

(5) 下記の理化学的性質を有する改変型ザルコシンオキシダーゼ。

(a) 作用: 1モルのザルコシンを加水分解し、1モルのグリシン及び1モルのホルムアルデヒドを生成する。

(b) 至適pH: 6.5付近

(c) 安定pH範囲: 6.0~11.0

(d) 至適温度: 60℃

(e) 熱安定性: 50℃付近 (pH7.5)

(f) pH6.0での安定性: 25℃、pH6.0、5時間で90 %以上、25℃、17時間で70 %以上の残存活性

(g) 分子量: 約43,000 (SDS-PAGE)

(h) Km 値: ザルコシンに対し 5.9 mM (pH6.5)

(6) 以下の (a)、(b) 又は (c) の改変型ザルコシンオキシダーゼ。

(a) 配列番号1で表されるアミノ酸配列からなる蛋白質

(b) 配列番号1で表されるアミノ酸配列において、1もしくは数個のアミノ酸が欠失、置換又は付加されたアミノ酸配列からなり、ザルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

(c) 配列番号1で表されるアミノ酸配列と80%以上の相同性を示すアミノ酸配列からなり、ザルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

(7) 以下の (a)、(b) 又は (c) の改変型ザルコシンオキシダーゼをコードするザルコシンオキシダーゼ遺伝子。

(a) 配列番号1で表されるアミノ酸配列からなる蛋白質

(b) 配列番号1で表されるアミノ酸配列において、1もしくは数個のアミノ酸が欠失、置換又は付加されたアミノ酸配列からなり、ザルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

(c) 配列番号1で表されるアミノ酸配列と80%以上の相同性を示すアミノ酸配列からなり、ザルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

(8) 項目 (7) 記載のザルコシンオキシダーゼ遺伝子をベクターDNAに挿入したことを特徴とする組み換え体DNA。

(9) 項目 (8) 記載の組み換え体DNAを含む形質転換体又は形質導入体。

(10) 項目 (9) 記載の形質転換体又は形質導入体を培地に培養し、培養物からザルコシンオキシダーゼを採取することを特徴とする改変型ザルコシンオキシダーゼの製造法。

#### 【発明の効果】

##### 【0008】

本発明によれば、ザルコシンオキシダーゼ、特に、弱酸性域に至適pHと高い反応性を示し、かつ安定性の向上したザルコシンオキシダーゼが効率よく製造でき、本発明は、産業上有用である。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0009】

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明のザルコシンオキシダーゼは、ザルコシンオキシダーゼをコードする遺伝子を改変することにより得ることができる。改変に用いるザルコシンオキシダーゼをコードする遺伝子は特に限定されない。本発明の具体例としては、例えば、バチルス属由来ザルコシンオキシダーゼ遺伝子 (特開平5-115281号公報記載) (配列番号2)等を挙げることができる。

## 【0010】

上記遺伝子を改変する手法としては既知の如何なる方法でもよく、例えば、前記のバチルス属由来ザルコシンオキシダーゼ遺伝子を含むザルコシンオキシダーゼ発現プラスミド (pSOM1) (特開平5-115281号公報記載)に、ハイドロキシルアミン、亜硝酸等の化学変異剤を接触させる方法又はPCR法を用いてランダムに変換する方法等の点変異、市販のキットを利用する部位特異的な置換又は欠失変異を生じさせるための周知技術である部位特定変異誘導法；この組み換え体プラスミドDNAを選択的に開裂し、次いで、選択されたオリゴヌクレオチドを除去又は付加し、連結する方法；オリゴヌクレオチド変異誘導法等が挙げられる。

## 【0011】

次いで、上記処理後の組み換え体DNAを脱塩カラム、QIAGEN(フナコシ社)等を用いて精製し、種々の組み換え体DNAを得る。

## 【0012】

このようにして得られた種々の組み換え体DNAを用いて、例えば、大腸菌K12、好ましくは大腸菌DH5 $\alpha$ 、大腸菌JM109(東洋紡社製)、XL1-Blue (STRATAGENE社製)を形質転換又は形質導入し、種々の変異の導入されたザルコシンオキシダーゼ遺伝子を保有する組み換え体DNAを含む形質転換体又は形質導入体を得ることができる。

## 【0013】

そして、例えば、形質転換体の場合、得られた形質転換体(その中に種々の変異ザルコシンオキシダーゼ遺伝子を含む組み換え体プラスミドDNAを含有している。)より、目的の性質を有するザルコシンオキシダーゼを生産する株を得るには、次のような方法を用いることができるが、これに限定されるものではない。

## 【0014】

先ず、得られた上記形質転換体をコロニー毎にTY寒天培地に移植して培養する。この際、必要によりアンピシリン等の薬剤を添加してもよい。培養終了後、レプリカ布を使用して同上のTY寒天培地2枚に転写し、20時間程度培養し、ザルコシンオキシダーゼを生産させる。この際、必要によりIPTG等の誘導物質を添加してもよい。培養終了後、各プレートのコロニーにフィルターをかぶせて吸着させる。フィルターとしては、例えば、ハイボンD N+ (アマシャムファルマシア社製)等を使用することができる。次いで、コロニーが転写されたフィルターを界面活性剤で湿らせた濾紙上に置いて溶菌処理を行う。溶菌処理を行ったフィルターはコロニーが流れないように乾燥させる。

## 【0015】

乾燥させた2枚のフィルターについて次の処理を行って、スクリーニングを行う。先ず、一枚についてpH6.0のMES バッファーで湿らせた濾紙上において一晚処理する。フィルターを乾燥させた後、ザルコシン、ペルオキシダーゼ、Toos及び4-アミノアンチピリンを含む500mM Tris-HClバッファー(pH7.7)に浸し紫色の発色度を観察する。残りの1枚について同溶液(但し100mM MESバッファー pH6.5)に浸し、紫色の発色度を観察する。

## 【0016】

上記二つのフィルターで検出結果を照合し、両方に活性のあるコロニーをピックアップする。その結果得られたコロニーを培養、遠心して集菌し、超音波破碎を行って培養上清を得る。その培養破碎上清に対し、pH6.0処理後の残存活性、pH6.5でのザルコシンに対する反応性を確認して目的の変異体を得る。このようにして、本発明の変異型ザルコシンオキシダーゼを得ることができる。

## 【0017】

また、上記微生物を培養する培地としては、例えば、酵母エキス、ペプトン、肉エキス、コーンステープリカー、大豆もしくは小麦麴浸出液等の1種以上の窒素源に、リン酸二水素カリウム、リン酸水素二カリウム、硫酸マグネシウム、塩化第2鉄、硫酸第2鉄もしくは硫酸マンガン等の無機塩類の1種以上を添加し、更に必要により糖質原料、ビタミン等を適宜添加したものが用いられる。

## 【0018】

なお、培地の初発pHは、例えば、7~9に調整するのが適当である。また培養は、例えば、30~42℃、好ましくは37℃前後で6~24時間、通気攪拌深部培養、振とう培養、静置培養等により実施するのが好ましい。培養終了後、該培養物より改変型ザルコシンオキシダーゼを採取するには、通常の酵素採取手段を用いることができる。

#### 【0019】

培養物から、例えば、濾過、遠心分離等の操作により菌体を分離し、洗菌する。この菌体から改変型ザルコシンオキシダーゼを採取することが好ましい。この場合、菌体をそのまま用いることもできるが、超音波破碎機、フレンチプレス、ダイナミル等の種々の破壊手段を用いて菌体を破壊する方法、リゾチームの如き細胞壁溶解酵素を用いて菌体細胞壁を溶解する方法、トリトンX-100等の界面活性剤を用いて菌体から酵素を抽出する方法等により、菌体から改変型ザルコシンオキシダーゼを採取するのが好ましい。

#### 【0020】

このようにして得られた粗酵素液から改変型ザルコシンオキシダーゼを単離するには、通常の酵素精製に用いられる方法が使用できる。例えば、硫酸塩析法、有機溶媒沈澱法、イオン交換クロマトグラフ法、ゲル濾過クロマトグラフ法、吸着クロマトグラフ法、電気泳動法等を適宜組み合わせて行うのが好ましい。

#### 【0021】

(酵素活性)

本酵素の活性の測定は、下記条件下で行った。なお、1分間に1マイクロモルの尿素を生成する酵素活性を1単位とする。

(試薬調製)

反应用試薬として、以下の溶液を調製した。

- 1) 0.2M ザルコシン, 100mM Tris-HCl, 2 mM KCl, 0.05% Triton-X100 pH7.7
- 2) 80U/ml POD溶液
- 3) 0.2% phenol 溶液
- 4) 0.2% 4-アミノアンチピリン溶液
- 5) 0.3% SDS 溶液
- 6) 20mM Tris-HCl, 1mM KCl, 0.2% BSA pH7.7 (酵素希釈液)

次いで、上記各溶液を以下の数量混合し、活性測定液を調製した。

- 1) 5ml
- 2) 1ml
- 3) 2ml
- 4) 1ml

#### 【0022】

測定は、以下のように行った。

- 1) 活性測定液 0.95 mlを37℃、5分間プレインキュベーションする。
- 2) 酵素液 (0.04U/ml~0.16U/mlに酵素希釈液で調整) 0.05 mlを添加混合する。
- 3) 37℃において10分間反応させる。
- 4) 10分間の反応後、上記0.3% SDS 溶液を混合する。
- 5) 25℃にて10分間放置後、495 nmの吸光度を測定する。(OD<sub>sample</sub>)

ブランク値は、酵素液の混合前に 0.3% SDS 溶液を混合することによって測定する。OD<sub>blank</sub>)

(活性換算式)

$$U/ml = (OD_{sample} - OD_{blank}) \times 0.95$$

#### 【0023】

以下、本発明を実施例により更に具体的に説明する。

#### 【実施例1】

#### 【0024】

組み換え体プラスミドDNA (pSOM1) の含まれる大腸菌E.coli JM109(pSOM1) (FERM BP-3604) をLB培地 (DIFCO社製) にて培養し、菌体を集菌した後、その菌体からQIAGEN(QIAG

EN社製)を使用して組み換え体プラスミド pSOM1を抽出、精製した。得られたプラスミドは、約100 $\mu$ gであった。

#### 【0025】

得られたプラスミドをもとにN末端、C末端用プライマー（配列番号3及び4）を用いてエラーブローンPCRを行った。具体的には、これらのプライマーにてマンガン濃度0.075mM下でEx-taq（宝酒造社製）を使用し、pSOM1に対してPCR増幅反応を行った。

反応終了後、種々な変異の導入されたザルコシンオキシダーゼ遺伝子増幅断片をBamHI及び Spe Iにて制限酵素処理した後、未変異pSOM1のBam HI及び Spe I消化物のベクター側（長鎖断片）-にT4リガーゼ（ベーリンガー社製）を用いてライゲーションした。

ライゲーション終了後、反応液をコンピテントHi E. coli JM109（東洋紡社製）で形質転換し、変異体ライブラリーを作製した。

次いで、その変異体ライブラリーをアンピシリン50 $\mu$ g/ml TYを含む寒天培地プレートに移し、37℃にて一昼夜培養した。培養後、殺菌したレプリカ布を用い、複製プレートを2枚のTY寒天培地（アンピシリン50 $\mu$ g/ml、1mM IPTGを含む）にて作製し、一昼夜、37℃で培養した。

培養終了後、4℃にて20分間プレート冷却を行い、その上からハイボンドN+（アマシャムファルマシア社製）を被せてコロニーをフィルターへ転写した。コロニーを移したフィルターをバグバスター（宝酒造社製）で湿らせた濾紙上においてフィルター上でコロニーを溶菌した。溶菌させたフィルターを37℃恒温機内で乾燥を行った。

#### 【0026】

乾燥したフィルターの一枚について、pH6.0の100mM MESバッファーで湿らせた濾紙に置き、25℃で一晩の処理を行った。処理終了後、フィルターを乾燥させて100mM ザルコシン（東京化成社製）、500mM Tris-HCl（和光純薬社製）、pH7.7、0.2mM Toos（同仁化学研究所）、0.16mM 4-アミノアンチピリン（東京化成社製）及び10U/ml POD（キッコーマン社製）で発色反応を行った。フィルター上の発色がコントロール株と比較して高いものを、酸性条件下での安定性に優れた酵素の生産候補株として選択した。

#### 【0027】

もう一枚のフィルターについて、0.12 mM ザルコシン（東京化成社製）、100mM MES（同仁化学研究所）、0.2mM Toos（同仁化学研究所）、10U/ml POD（キッコーマン社製）及び0.16mM 4-アミノアンチピリン（東京化成社製）（pH6.5）で湿らせた濾紙上で発色反応を起こさせ、いち早く発色が増加した株を、酸性条件下での反応性に優れた酵素の生産候補株として選択した。上記操作により、酸性条件下での安定性に優れ、かつ反応性も優れている候補株を選択した。

選択した株について2ml TY培地（50 $\mu$ g/mlアンピシリン、1mM IPTGを含む）にて培養を行った。18～24時間の培養の後、遠心分離にて菌体を集菌して20mM Tris-HCl（pH8.0）、1mM KCl、pH7.7に置換して超音波破碎を行い、遠心分離（12000r.p.m.、3分間）を行った。得られた破碎上清を、pH 7.7条件下及びpH6.5条件下で活性測定し、pH6.5下での値がpH 7.7下での値に近い変異体を選択した。

次いで、pH6.5での反応が高い株の破碎上清の、弱酸性域での安定性を評価した。100mM MES、pH6.0 0.9mlに対し、破碎液0.1mlを添加して25℃、15時間処理を行った。処理終了後、処理液0.1mlを200mM Tris-HCl（pH7.7）、1mM KCl及び0.2%BSA0.9mlで10倍に希釈し、活性の測定を行った。

上記の操作により、pH6.5での反応性が向上し、かつ安定性も向上していた変異酵素を作製した。上記変異体の改変されたザルコシンオキシダーゼ遺伝子を保持するプラスミドをpSOM3と命名した。プラスミドpSOM3は、独立行政法人産業技術総合研究所 特許生物寄託センターにFERM BP-8370として寄託されている。

本プラスミドがコードしているザルコシンオキシダーゼの塩基配列をCEQ2000DNA Sequencing System（ベックマンコールター社製）を用いて決定したところ、本発明のザルコシンオキシダーゼは、61番目のグルタミン酸残基がリジン残基に、241番目のアスパラギン酸残基がグリシン残基に、324番目のグルタミン酸残基がヒスチジン残基に置換されている

ことがわかった。(配列番号1に記載)

#### 【実施例2】

##### 【0028】

上記のようにして得られた改変ザルコシンオキシダーゼ遺伝子を含む大腸菌(E.coli)JM 109 (pSOM3)を、50 $\mu$ g/ml アンピシリンを含むTY培地(1%バクトートリプトン、0.5%バクトーイーストエクストラクト、0.5%NaCl、pH7.5)100mlで16時間振とう培養した後、同様に調製した1LのTY培地(但し、1mM IPTGを含む)に10ml接種した。接種後、回転数120r.p.m.、37℃にて約20時間培養した。

##### 【0029】

ステップ1 (粗酵素液の調整)

培養終了後、培養液1Lに対して遠心分離操作を行って菌体を集菌し、50mlの20mM Tris-HCl, 50mM EDTA, pH8.0で菌体の懸濁を行った。そのようにして得られた菌体懸濁液に対して超音波破碎を行って菌体を破碎して粗酵素液を得た。

##### 【0030】

ステップ2 (硫酸沈殿処理)

上記で得られた粗酵素50mlに対して20%の硫酸アンモニウムを加えて硫酸沈殿を行った。硫酸沈殿後50mM KCl、20mM Tris-HCl及び2mM EDTAの緩衝液に沈殿を溶解した。

##### 【0031】

ステップ3 (DEAE-トヨパール イオン交換クロマト)

DEAE-トヨパール (TOSO社製) 300mlを充填したカラムに上記粗酵素液を吸着させ、600mlの100mM KCl, 20mM Tris-HCl, 2mM EDTA, pH8.0で洗浄した後、150mM KCl, 20mM Tris-HCl, 2mM EDTA, pH8.0で溶出を行った。溶出終了後、精製度の高い画分を回収し、濃縮、150mM KCl, 2mM EDTAを含む50mMリン酸バッファーpH7.5にて透析を行った。

##### 【0032】

ステップ4 (セファデックスG-75 ゲルろ過処理)

150mM KCl及び 2mM EDTAを含む50mMリン酸バッファーpH7.5でバッファライズしたセファデックスG-75 (ファルマシア社製)200mlを充填したカラムに、ステップ3で処理した酵素液15mlをチャージしてゲルろ過を行った。得られた精製酵素のOD280nmあたりの活性は、約25Uであった。得られたザルコシンオキシダーゼの理化学的性質は、下記の通りである。

#### 【実施例3】

##### 【0033】

pH安定性

50mM MES-NaOH (pH 5.5、6.0、6.5)

50mMリン酸カルシウムバッファー(pH 6.5、7.0、7.5、8.0)

50mM Tris-HCl バッファー(pH 8.0、8.5、9.0)

50mM CHES-NaOHバッファー(pH 9.0、9.5、10.0)

50mM CAPS-NaOH(pH 10.0、10.5、11.0)

の各バッファー中にて25℃で5時間夫々処理した後、本酵素の残存活性を測定した結果、図1に示す通りであった。図1より、安定pH範囲は、pH 6.0~11.0であった。

##### 【0034】

至適pH

50mM MES-NaOH (pH 5.5、6.0、6.5)

50mMリン酸カリウムバッファー(pH 6.5、7.0、7.5、8.0)

50mM Tris-HCl バッファー(pH 8.0、8.5、9.0)

50mM CHES-NaOHバッファー(pH 9.0、9.5、10.0)

の各バッファー中にて100mM ザルコシン、0.2mM Toos、0.16mM 4-アミノアンチピリン及び10U/ml パーオキシダーゼ下で反応させたところ、図2に示す通りであった。図2より、至適pHは、6.5付近であった。

至適温度

100mM Tris-HCl (pH7.7) 下で 100mM ギャルコシンと各温度で反応させた結果、図 3 に示す通りであった。図 3 より、至適温度は 60℃ 付近であった。

#### 熱安定性

50mM リン酸カリウム緩衝液 (pH7.5) を用い、各温度で 10 分間処理した場合の熱安定性の結果は、図 4 に示す通りであり、本酵素は、50℃ 付近迄安定であった。

#### K<sub>m</sub> 値

ラインウエーバーバークの算出方法から各 pH での K<sub>m</sub> 値は、以下のとおりであった。また、pH6.5、7.0 では 50mM MES バッファー、pH7.7 においては Tris-HCl バッファーを使用し、発色剤として 0.2mM Toos、0.16 mM 4-アミノアンチピリン、10U/ml パーオキシダーゼで反応を行った。

その結果、各 pH での K<sub>m</sub> 値は、5.9 mM (pH6.5)、3.8 mM (pH7.0)、3.9 mM (pH7.7) であった。

#### 【実施例 4】

##### 【0035】

野生型及び改変型 ギャルコシンオキシダーゼ各 1.2U/ml を pH6.5 下で 5 μM の ギャルコシンと 37℃ の反応を行った。反応液の組成は、50mM MES、60mM NaCl、0.2mM Toos、0.16mM 4-アミノアンチピリン、20U/ml パーオキシダーゼとした。その結果を図 5 に示した。図 5 の通り、改変型 ギャルコシンオキシダーゼは、pH6.5 下で野生型と比較して著しく良好な反応性を示した。

#### 【実施例 5】

##### 【0036】

野生型及び改変型 ギャルコシンオキシダーゼを 100mM MES (pH6.0) 下で 25℃ にて 17 時間放置したところ、処理後の残存活性は、野生型が 13.6% であったのに対し、改変型は、72.8% であった。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0037】

- 【図 1】 本発明改変型 ギャルコシンオキシダーゼの安定 pH 範囲を示す図。
- 【図 2】 本発明改変型 ギャルコシンオキシダーゼの至適 pH を示す図。
- 【図 3】 本発明改変型 ギャルコシンオキシダーゼの至適温度を示す図。
- 【図 4】 本発明改変型 ギャルコシンオキシダーゼの熱安定性を示す図。
- 【図 5】 本発明改変型 ギャルコシンオキシダーゼ及び野生型 ギャルコシンオキシダーゼの反応性を示す図。

## 【配列表】

## SEQUENCE LISTING

&lt;110&gt; KIKKOMAN CORPORATION

&lt;120&gt; AN ENGINEER-TYPE SARCOSINE OXIDASE, AN ENGINEER-TYPE SARCOSINE OXIDASE GENE AND A PROCESS FOR PRODUCING AN ENGINEER-TYPE SARCOSINE OXIDASE

&lt;130&gt; P2348

&lt;160&gt; 4

&lt;210&gt; 1

&lt;211&gt; 387

&lt;212&gt; PRT

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;410&gt; 1

Met	Ser	Thr	His	Phe	Asp	Val	Ile	Val	Val	Gly	Ala	Gly	Ser	Met
1				5					10					15
Gly	Met	Ala	Ala	Gly	Tyr	Tyr	Leu	Ala	Lys	Gln	Gly	Val	Lys	Thr
				20					25					30
Leu	Leu	Val	Asp	Ala	Phe	Asp	Pro	Pro	His	Thr	Glu	Gly	Ser	His
				35					40					45
His	Gly	Asp	Thr	Arg	Ile	Ile	Arg	His	Ala	Tyr	Gly	Glu	Gly	Arg
				50					55					60
Lys	Tyr	Val	Pro	Phe	Ala	Leu	Arg	Ala	Gln	Glu	Leu	Trp	Tyr	Glu
				65					70					75
Leu	Glu	Asn	Glu	Thr	His	Asn	Lys	Ile	Phe	Thr	Lys	Thr	Gly	Val
				80					85					90
Leu	Val	Phe	Gly	Pro	Lys	Gly	Glu	Ser	Asp	Phe	Val	Ala	Glu	Thr
				95					100					105
Met	Glu	Ala	Ala	Ala	Glu	His	Ser	Leu	Thr	Val	Asp	Leu	Leu	Glu
				110					115					120
Gly	Asp	Glu	Ile	Asn	Thr	Arg	Trp	Pro	Gly	Ile	Thr	Val	Pro	Glu
				125					130					135
Asn	Tyr	Asn	Ala	Ile	Phe	Glu	Pro	Asn	Ser	Gly	Val	Leu	Phe	Ser
				140					145					150
Glu	Asn	Cys	Ile	Arg	Ser	Tyr	Arg	Glu	Leu	Ala	Val	Ala	Lys	Gly
				155					160					165
Ala	Lys	Ile	Leu	Thr	Tyr	Thr	Arg	Val	Glu	Asp	Phe	Glu	Val	Ser
				170					175					180
Gln	Asp	Gln	Val	Lys	Ile	Gln	Thr	Ala	Asn	Gly	Ser	Tyr	Thr	Ala
				185					190					195
Asp	Lys	Leu	Ile	Val	Ser	Met	Gly	Ala	Trp	Asn	Ser	Lys	Leu	Leu
				200					205					210
Ser	Lys	Leu	Asn	Leu	Asp	Ile	Pro	Leu	Gln	Pro	Tyr	Arg	Gln	Val
				215					220					225
Val	Gly	Phe	Phe	Asp	Ser	Asn	Glu	Ala	Lys	Tyr	Ser	Asn	Asp	Val
				230					235					240
Gly	Tyr	Pro	Ala	Phe	Met	Val	Glu	Val	Pro	Lys	Gly	Ile	Tyr	Tyr
				245					250					255
Gly	Phe	Pro	Ser	Phe	Gly	Gly	Cys	Gly	Leu	Lys	Ile	Gly	Tyr	His
				260					265					270
Thr	Tyr	Gly	Gln	Gln	Ile	Asp	Pro	Asp	Thr	Ile	Asn	Arg	Glu	Phe

	275		280		285
Gly Ala Tyr Gln	Glu Asp Glu Ser Asn	Leu Arg Asp Phe Leu	Glu		
	290		295		300
Lys Tyr Met Pro	Glu Ala Asn Gly Glu	Leu Lys Arg Gly Ala	Val		
	305		310		315
Cys Met Tyr Thr	Lys Thr Pro Asp His	His Phe Val Ile Asp	Thr		
	320		325		330
His Pro Glu His	Ser Asn Val Phe Val	Ala Ala Gly Phe Ser	Gly		
	335		340		345
His Gly Phe Lys	Phe Ser Ser Val Val	Gly Glu Val Leu Ser	Gln		
	350		355		360
Leu Ala Thr Thr	Gly Lys Thr Glu His	Asp Ile Ser Ile Phe	Ser		
	365		370		375
Ile Asn Arg Pro	Ala Leu Lys Gln Lys	Thr Thr Ile			
	380		385		387

&lt;210&gt; 2

&lt;211&gt; 1164

&lt;212&gt; DNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;410&gt; 2

```

atgagtacac attttgatgt gattgttggt ggagcaggat caatgggaat ggctgcaggg 60
tactatttag caaaacaagg agtcaaaaca ttattggtgg atgcattcga tccgccgcat 120
acagaaggaa gccatcacgg tgatactcgc attatccgcc atgcttacgg tgaaggaaga 180
gaatatgttc catttgcact aagagcacaa gaattatggt atgaacttga aaatgaaaca 240
cacaataaga tttttacaaa aacaggcggt ctagtttttg gtccgaaagg tgaatccgat 300
ttcgttgccg aaacaatgga ggcagctgca gaacattcat tgatcgtgga tttacttgag 360
ggatgatgaa tcaatacgcg ctggccccgc ataacgggtc ctgaaaacta taatgcaatt 420
tttgaaacca attcaggcgt attgttcagt gagaattgta ttcgttcata ccgtgagctg 480
gctgtagcaa aaggagcaaa aattttaaca tatactcgtg ttgaggattt tgaagtttct 540
caagaccaag ttaaaatcca aacggcaaat ggatcgtaca cagctgataa attaatcgta 600
agtatgggtg cttggaatag taaactactt tctaaattaa atcttgacat cccattacag 660
ccataccgcc aagtgttagg attttttgat tctaatgaag caaagtacag caatgatgtg 720
gattatccag cattcatggt agaagtacca aaaggatttt attacggatt cccaagcttc 780
ggtggctgcg gtttgaaaat agggatatcat acgtatggtc aacaaatcga ccctgatacg 840
attaaccgtg aatttggtgc ttatcaagag gatgaaagta atcttcgcga tttcttgtaa 900
aaatatatgc cagaagcaaa tggcgagtta aaacgaggcg cagcttgat gtacacgaaa 960
acaccagatg aacatttcgt gattgatact catccagaac attccaatgt tttcgtagca 1020
gctggtttct ctggacacgg ctttaaat tcaagttag tcggtgaagt gttaagtcaa 1080
ttagcgacaa caggtaaaac agaacatgat atttcaattt tctcaataaa tcgtcctgct 1140
ttaaacaga aaacaacgat ttaa 1164

```

&lt;210&gt; 3

&lt;211&gt; 22

&lt;212&gt; DNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;410&gt; 3

gtaccggatc cgctagcttt ac 22

&lt;210&gt; 4

<211> 21

<212> DNA

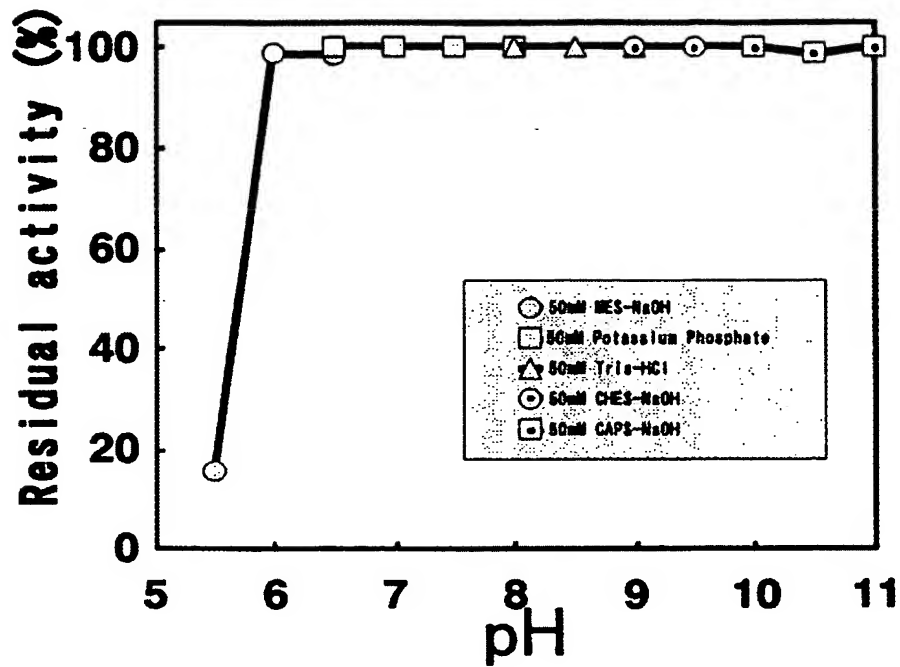
<213> Artificial Sequence

<410> 4

cgacggccag agatctacta g 21

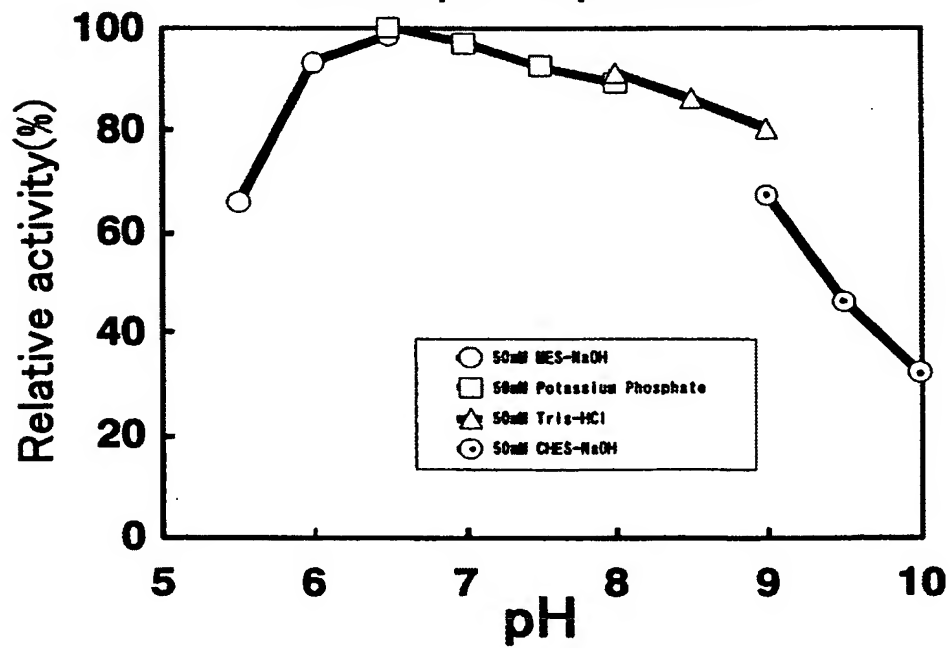
【書類名】 図面  
【図 1】

図1. pH Stability



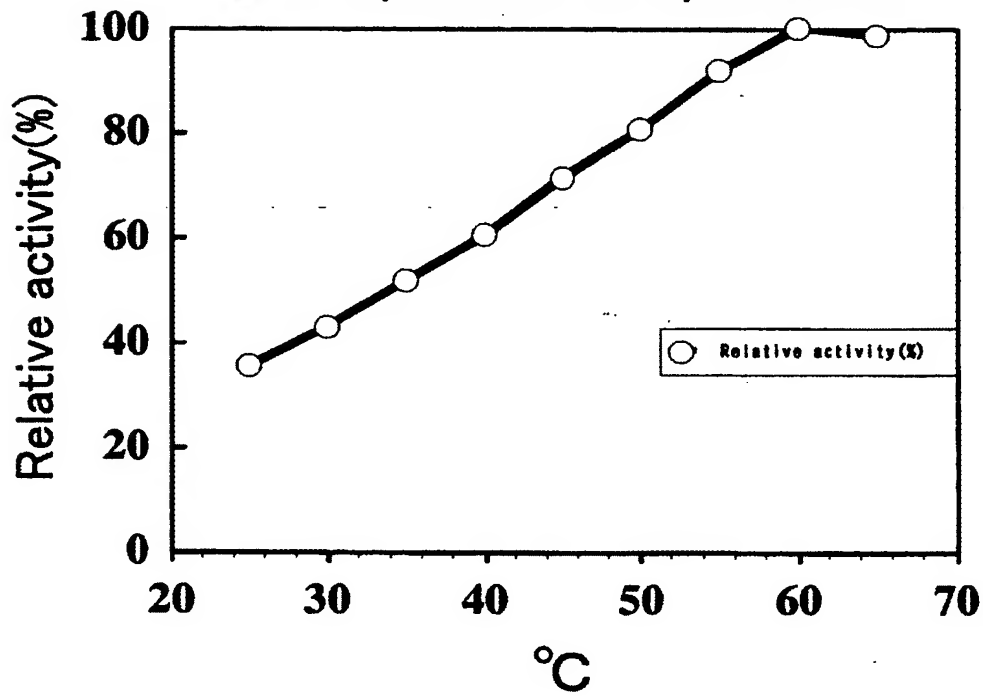
【図 2】

図2. pH Optimum



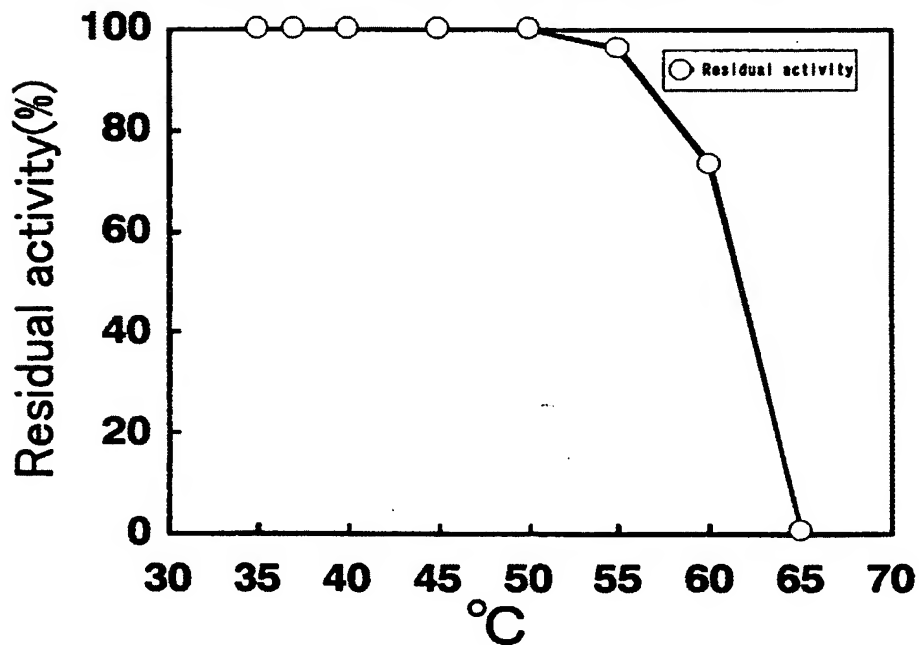
【図3】

図3. optimum temperature

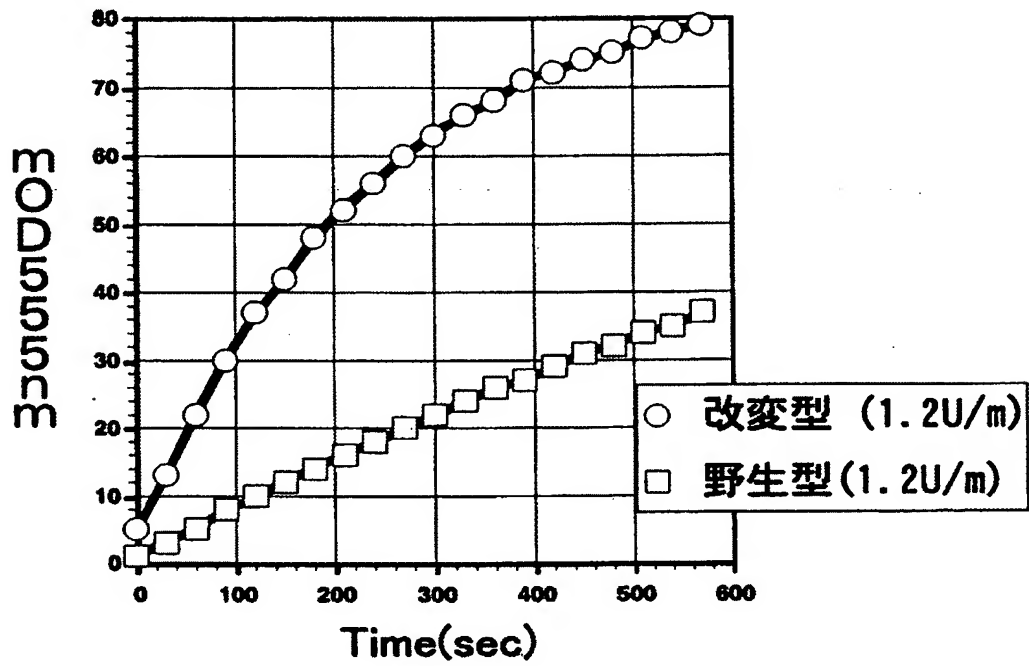


【図4】

図4. Thermal stability



【図 5】

図5.5  $\mu$ M ギャロコシンと各酵素の反応経過

**【書類名】 要約書****【要約】****【解決手段】**

(1) 野生型ガルコシンオキシダーゼと比較して、酸性域での安定性が向上した改変型ガルコシンオキシダーゼ。

(2) 以下の (a)、(b) 又は (c) の改変型ガルコシンオキシダーゼをコードするガルコシンオキシダーゼ遺伝子。

(a) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列からなる蛋白質

(b) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列において、1 もしくは数個のアミノ酸が欠失、置換又は付加されたアミノ酸配列からなり、ガルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

(c) 配列番号 1 で表されるアミノ酸配列と 80% 以上の相同性を示すアミノ酸配列からなり、ガルコシンオキシダーゼ活性を有する蛋白質

**【効果】** 本発明によれば、ガルコシンオキシダーゼ、特に、弱酸性域に至適 pH と高い反応性を示すガルコシンオキシダーゼが効率よく製造でき、本発明は、産業上有用である。

**【選択図】** なし。

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 1 1 6 3 4 5
受付番号	5 0 4 0 0 6 1 4 2 1 4
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 6 年 4 月 1 5 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

【提出日】	平成16年 4月12日
【特許出願人】	
【識別番号】	000004477
【住所又は居所】	千葉県野田市野田 2 5 0 番地
【氏名又は名称】	キッコーマン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100125542
【住所又は居所】	千葉県野田市野田 3 9 9   キッコーマン株式会社 研究本部知的財産部
【氏名又は名称】	鈴木 英之

特願 2 0 0 4 - 1 1 6 3 4 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 4 7 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 8 月 1 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

千葉県野田市野田 2 5 0 番地

氏 名

キッコーマン株式会社